خطوط النقل والألياف البصرية

تركيبات الألياف البصرية واللحام

الوحدة السادسة : تركيبات الألياف البصرية واللحام

الجدارة: هي القدرة على التعرف على طرق وآلية تركيب كيبلات الألياف البصرية وطرق إجراء اللحام لها.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة تكون لدى المتدرب القدرة على أن:

- يعرف طريقة تركيب وتمديد كيبلات الألياف البصرية الخارجية.
- يعرف طريقة تركيب وتمديد كيبلات الألياف البصرية الداخلية.
- يدرس أنواع اللحام المستخدم لتوصيل الألياف البصرية.
- يتعرف على طريقة إجراء اللحام.
- يتعرف على خطوات القيام بعملية اللحام الكهربائي.
- يتعرف على عملية ربط الموصل على طرف الليف (Fiber Termination).

مستوى الاداء المطلوب: أن يصل المتدرب على إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٤ ساعات.

الوسائل المساعدة:

- السبورة.
- استخدام برنامج "Power Point" لعرض محاضرات تركيبات الألياف البصرية واللحام.

متطلبات الجدارة:- أن يكون المتدرب ملماً بمحتوى الوحدة الخامسة.

تركيبات الألياف البصرية واللحام

Fiber Optic Installation and Splicing

مقدمة

كما أشرنا في الوحدة الرابعة فإن الكيبلات البصرية تتواجد بنوعين: الخارجية والداخلية حيث يختلف النوعان في التصميم ونوعية المواد الداخلة في التصنيع. إن أهم ما يميز الكيبلات الخارجية أن تكون متينة،قوية وذات درجة تحمّل عالية للظروف الجوية أو أي تأثيرات خارجية أخرى، بينما تتميز الكيبلات الداخلية بدرجة عالية من المرونة مما يسهل عملية تمديدها وتوصيلها داخل المباني والمنشآت وليس بالضرورة أن تكون قوية وصلبة. وكل نوع من أنواع الكيبلات يتطلب طرقاً وتقنيات مختلفة للقيام بالتركيبات. وتبعا لما تم توضيحه في الوحدة الخامسة فإن عملية اللحام تعتبر التقنية الأساسية لربط وتوصيل الألياف البصرية معا حيث نحصل على توصيل دائم وبفقد قليل نسبياً.

٦- ١ تركيبات الألياف البصرية Fiber Optic Installation

إن المقصود بتركيبات الألياف البصرية هو عملية تجهيز الكيبل ووضعه في مكانه المخصص بحيث يكون جاهزاً للاستخدام وإرسال المعلومات خلاله، وتتطلب عملية تركيب وبناء شبكات الاتصالات باستخدام الألياف البصرية إجراء الخطوات التالية:

- وضع الكيبل في مكانه المخصص.
- فحص جميع الخطوط (الألياف) داخل الكيبل بعد التركيب والتأكد من جاهزيتها.
- إجراء عملية اللحام.
- تحضير وتجهيز الكيبل للتوصيل مع جهاز الإرسال والاستقبال.

هنالك نوعان من التركيبات تبعا لنوع الكيبلات البصرية فالتركيبات الخارجية (Outdoor) تختص بالكيبلات الخارجية، والتركيبات الداخلية تختص بالكيبلات الداخلية (Indoor). وسوف ندرس طرق كلٌ منها بالتفصيل في الجزء التالي

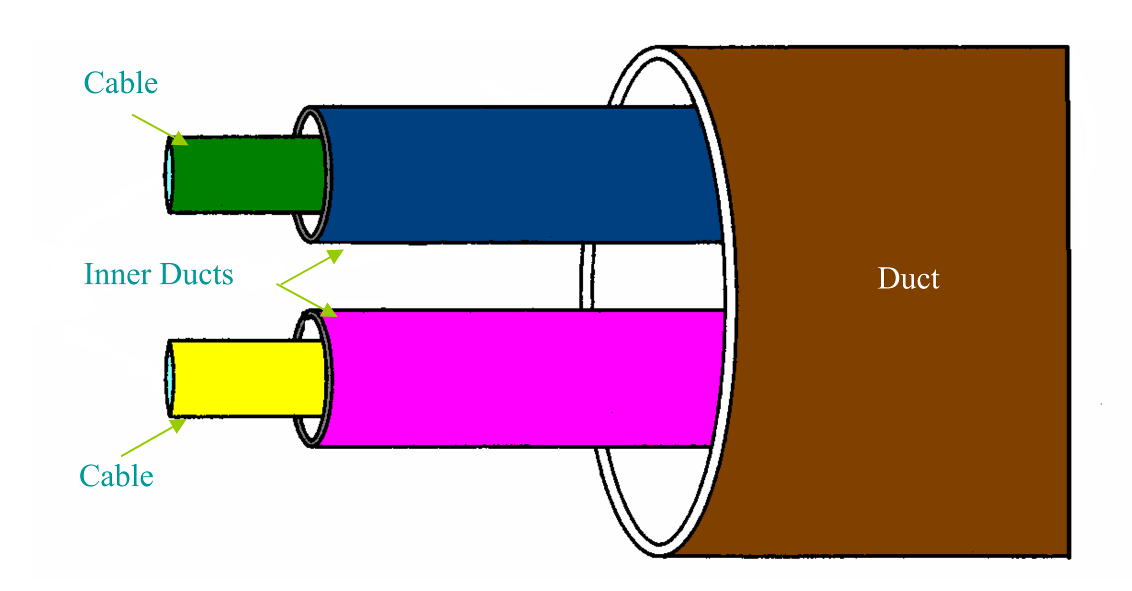
٦- ١- ١ التركيبات الخارجية للكيبل البصري Outdoor Fiber Optic Cable Installation

هنالك نوعان من التركيبات الخارجية تبعا لمكان تمديد الكيبل هما التركيبات تحت الأرض (Underground Installation) والتركيبات الهوائية (Aerial Installation) وهما الأكثر انتشاراً.

أ- تركيبات الكيبل المدفون تحت الأرض Underground Buried Cable Installation

يمكننا دفن الكيبل البصري مباشرة تحت الأرض أو وضعه داخل مجرى خاص (Duct) يكون مدفوناً تحت الأرض. تعتبر طريقة الدفن المباشر للكيبل هي الأنسب للمسافات الطويلة جداً عبر الدولة أو بين الدول. ويلزم لمثل هذه التركيبات استخدام كيبلات ذات متانة عالية تحوي طبقة حماية معدنية واحدة على الأقل (Steel Armored Cables).

إن عملية وضع وتمديد الكيبل داخل المجرى الخاص (الشكل ٦- ١) تعطيه حماية ووقاية إضافية من الظروف المحيطة، كذلك تسمح هذه الطريقة بإمكانية سحب الكيبل أو إضافة كيبلات جديدة دون الحاجة لإعادة الحفر. إن هذه الطريقة هي الأنسب في المناطق السكنية وتحت الشوارع المعبّدة. عادة ما تصنع المجاري المخصصة لتركيبات الكيبل البصري من البلاستيك المقوّى أو (PVC)، حيث يكون هنالك مجرى رئيس وقد يحوي داخله مجارٍ داخلية (Inner Ducts).



الشكل (٦- ١) المجرى الرئيس والمجاري الداخلية

عند اختيار المجرى لوضع الكيبل داخله يجب مراعاة الشرط التالي:

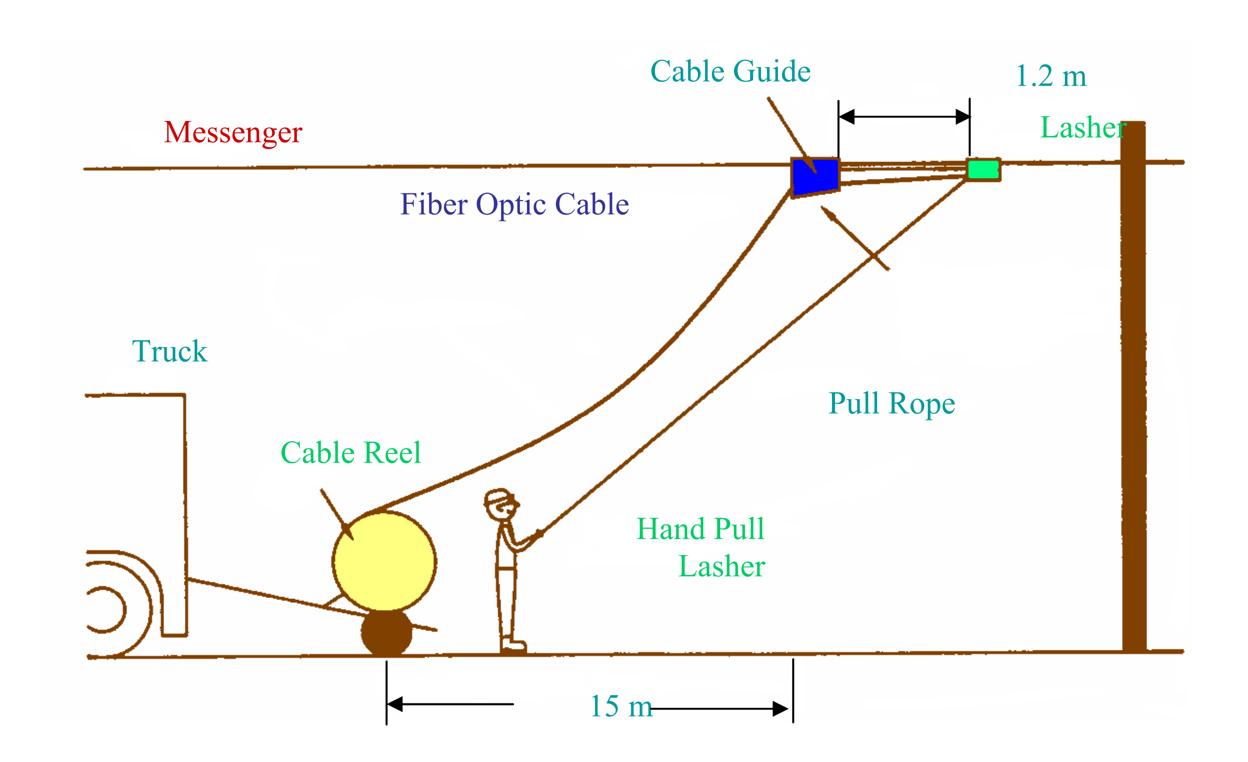
$$d / D < 50\% \qquad (6.1)$$

حيث - d ترمز إلى قطر الكيبل.

- D ترمز إلى قطر المجرى.

ب- التركيبات الهوائية Aerial Installation

عادة ما يتم القيام بالتركيبات الهوائية من خلال تثبيت الكيبل البصري المراد تركيبه مع حامل معدني يسمى (Steel Holder) والذي يكون مثبتاً بشكل قوي أو باستخدام الكيبلات الهوائية ذات التثبيت الذاتي (Self Supporting Fiber Optic Cable) مثل الكيبل ذو الشكل (8). يجب التأكيد على ضرورة أن يكون الكيبل الهوائي ذا درجة تحمّل عالية للأحوال الجوية والإشعاعات المختلفة لكونه يتعرض بشكل مباشر لتلك التأثيرات، وعادة ما يتم استخدم تقنيات وطرق خاصة للقيام بإجراء التركيبات الهوائية أحدها المبين في الشكل(٦- ٢).



الشكل (٦- ٢) عملية التركيبات الهوائية

- **ملاحظة حول سحب الكيبل** (Pulling the Cable)

عند سحب الكيبل أثناء عملية التركيبات يجب مراعاة أن يتم سحب الكيبل من خلال عنصر التقوية فقط لأنه أكثر أجزاء الكيبل متانة وتحمّلاً ولا يجوز السحب من أي جزء آخر، وفي نفس الوقت يجب الانتباه إلى جهاز مراقبة الشدّ وهو ما يعرف بالديناموميتر (Dynamometer) وذلك لكي لا يتم تجاوز القيمة المسموح بها لشد الكيبل والتي تُعطى ضمن المواصفات الفنية له.

٦- ١- ٢ التركيبات الداخلية لكيبلات الألياف البصرية

Indoor Fiber Optic Cable Installation

هنالك أكثر من طريقة لتركيب الكيبلات البصرية داخل المباني، إما بشكل مباشر (Directly) أو باستخدام الأنابيب البلاستيكية حيث يتم تمرير الكيبل من خلالها، أو باستخدام مسالك (ممرات) خاصة تمر من خلالها الكيبلات (Cable Trays)، حيث يتوجب التخطيط المسبق في مرحلة إعداد مخططات البناء لتحديد مسارات الكيبلات الداخلية. وفي حالة التمديدات المباشرة يجب استخدام كيبلات ذات درع معدني مقاومة للحريق ولتجنب حصول تمديدات لمسافة طويلة داخل المباني وخاصة بالقرب من الزوايا يجب وضع صناديق خاصة (Pull Boxes) لتسهيل عملية سحب الكيبل. وفي حالة الحاجة للتمديدات العمودية (Vertical Installation) يجب استخدام أدوات خاصة (Cable Risers) لرفع الكيبل عمودياً.

في كل الحالات السابقة تجب مراعاة مطابقة المواصفات والمقاييس المعتمدة في البلد المعني (مثل مواصفات التمديدات الكهربائية، ومواصفات البناء المحلية).

- **إجراءات تركيب الكيبل** Cable Installation Procedure

عادة ما يتم سحب وتمديد الكيبل داخل المباني بشكل يدوي، لكن وفي بعض الحالات الصعبة يمكننا الاستعانة بمواد خاصة تساعد في سهولة انزلاق الكيبل(Lubricant). قبل البدء تجب مراعاة شروط السلامة العامة واتباع الخطوات التالية:

١) تحديد وفتح جميع صناديق السحب، الأنابيب، وممرات الكيبلات والتأكد من صلاحيتها ومطابقتها للمواصفات والمقاييس.

٢) يجب تركيب شريط السحب (Pull Tape) داخل الأنبوب أو ممرات الكيبل.

٣) قبل البدء في تركيب الكيبل، يجب فحص جميع خطوط الكيبل والتأكد من صلاحيتها.

٤) يتم إيصال طرف السحب (Pulling Eye) ووصلة الربط (Swivel) مع الكيبل (مع عنصر التقوية تحديداً) تمهيداً لعملية السحب، مع التأكد من عدم وجود أي عائق للحركة.

٥) يتم ربط و توصيل شريط السحب مع وصلة الربط (Swivel).

٦) يتم سحب الكيبل يدوياً خلال أول مقطع ولغاية أول صندوق سحب مع مراعاة عدم تجاوز نصف قطر الانحناء المسموح به.

٧) يتم لف الكيبل على الأرض وبشكل رقم (8) لمنع حصول انجدال أو التواء.

٨) يجب إعادة الكيبل إلى صندوق السحب وسحبه من جديد باتجاه صندوق السحب الثاني وهكذا حتى إكمال العمل المطلوب.

٩) يجب إبقاء طول معين (حوالي 6 أمتار) فائضاً احتياطياً من الكيبل عند كل طرف ولفه بطريقة لا تأخذ حيزاً كبيراً.

١٠) أخيراً، يجب فحص جميع الخطوط (الألياف) في الكيبل بعد التركيب للتأكد من صلاحيتها.وعدم حصول أي خلل خلال عملية التركيبات.

- **نصائح وإرشادات** Installation Recommendations

حتى نضمن أن تتم التركيبات بالشكل الصحيح يجب دائماً التقيد بالتوصيات التالية:

- التخطيط المسبق يوفر الجهد والتكاليف.
- إجراء دراسة أولية للمسارات التي سوف يتبعها الكيبل.
- الاحتفاظ بجميع الأوراق والوثائق المتعلقة بالمشروع.
- يجب سحب الكيبل من خلال عنصر التقوية فقط.
- يجب باستمرار مراقبة القوة التي يتعرض لها الكيبل أثناء السحب.
- يجب الإبقاء على الاتصال الثنائي بين الطرفين المشاركين في التركيبات.
- يجب الإبقاء على ألياف ومجارٍ داخلية احتياطية.

- يجب فحص كل كيبل قبل وبعد التركيبات.
- لا يجوز بتاتاً:
  - السحب مباشرة من خلال الليف (لأن ذلك سوف يؤدي إلى قطعه).
  - السماح بحصول لفات حادة، أو ثني حاد أو عُقد.
  - تجاوز قيمة الشّد القصوى المسموح بها.
  - تجاوز نصف قطر الانحناء المسموح به.
  - تجاوز أعلى ارتفاع مسموح به.

٦- ٢ لحام الألياف البصرية Fiber Splicing

تعتبر عملية اللحام التقنية الأساسية لربط وتوصيل الألياف البصرية معاً، حيث نحصل على توصيل دائم وبفقد قليل نسبياً. عادة ما يلزمنا اللحام في الحالتين التاليتين:

- في حالة توصيل كيبل مع آخر للحصول على الطول المطلوب وتسمى (Midspan).
- في حالة لحام وصلة مصنعية جاهزة (Pigtail Assembly) مثبّت على طرفها وصلة جاهزة من المصنع مع الليف المعني.

وهنالك أكثر من نوع من اللحام منها: اللحام الكهربائي (Fusion Splicing) وذلك باستخدام أجهزة لحام خاصة للألياف البصرية، اللحام الميكانيكي (Mechanical Splicing) وذلك باستخدام قطع وأدوات تصمم خصيصاً لذلك، لكن أكثر الأنواع انتشاراً هو اللحام الكهربائي. مع ملاحظة إمكانية إستخدام اللحام الكيميائي (Chemical Splicing) في حالة الالياف البلاستيكية (POF).

وهنالك العديد من الملحوظات التي يجب الانتباه لها عند القيام بعملية اللحام وهي:

ملحوظة ١: في حالة الكيبلات ذات العدد القليل من الألياف، يفضل استخدام الوصلات بدلاً من اللحام.

ملحوظة ٢ : عمليات اللحام للكيبلات الخارجية عادة ما تتم داخل عربة خاصة مجهزة (Splice Van) وذلك لحماية الألياف والأجهزة من الظروف المحيطة.

ملحوظة ٣ : خلال عملية التركيبات، يجب إبقاء طول إضافي للتمكن من إيصال الكيبل المراد إجراء اللحام له إلى العربة (Van) الخاصة بذلك.

ملحوظة ٤ : يجب إجراء عملية اللحام على طاولة كبيرة، ونظيفة، مع توفّر مساحة كافية للكيبل والأجهزة المستخدمة.

ملحوظة ٥ : يتكون فريق العمل لإجراء عملية اللحام من فنيين اثنين: أحدهما يقوم بعملية اللحام والآخر يقوم بالقياسات اللازمة.

٦- ٢- ١ إجراءات اللحام Splicing Procedure

للقيام بعملية لحام الليف البصري يلزم اتخاذ الخطوات التالية وبالترتيب:

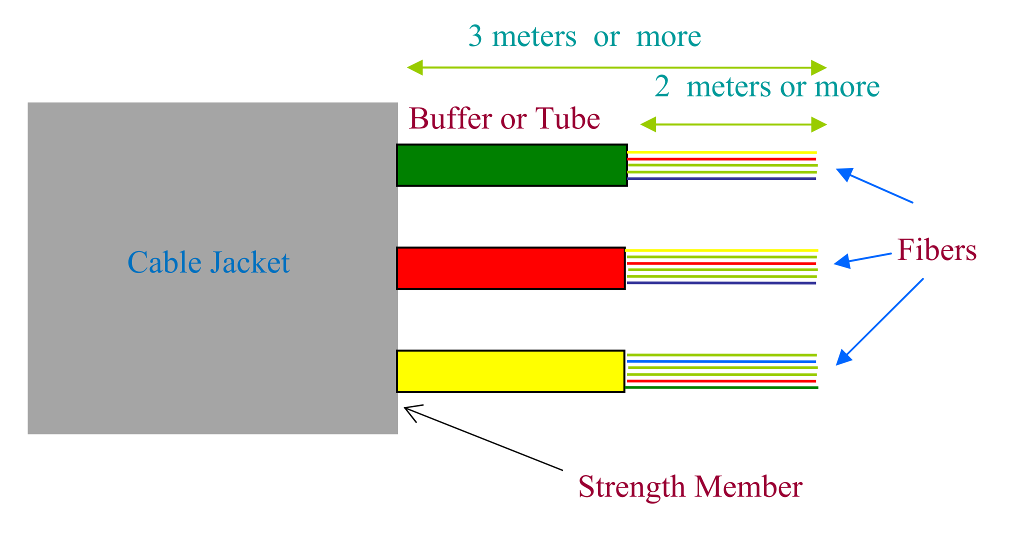
١. تحديد جميع الألياف المراد لحامها.

٢. إزالة (تعرية) الغلاف الخارجي للكيبل (حوالي 3 متر) للكشف عن الألياف المغطاة أو الأنابيب التي تحوي الألياف (انظر الشكل ٦- ٣).

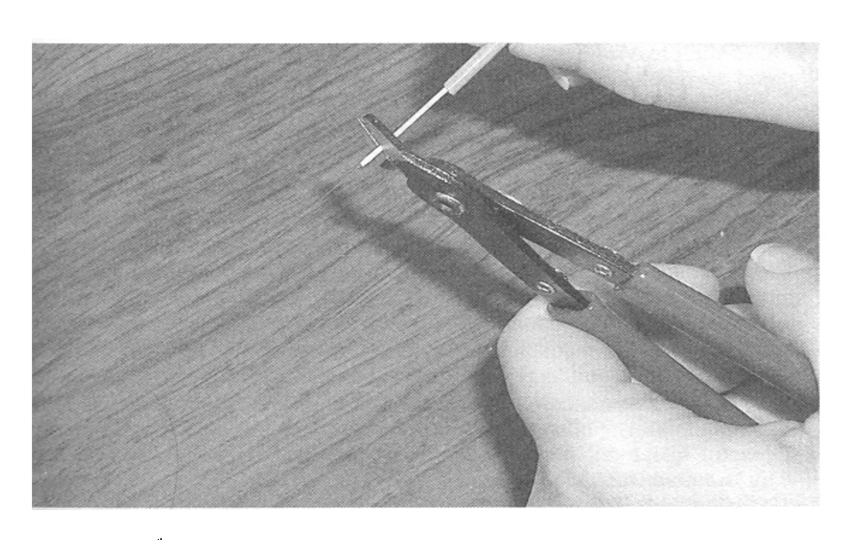
٣. في حالة الكيبل ذي الأنبوب الواقي، يجب إزالة 2 متر من الأنبوب الواقي للكشف عن الألياف التي بداخله (انظر الشكل ٦- ٤).

٤. بدقة وحذر يتم تنظيف جميع الألياف التي بداخل الأنبوب من الجل إن وُجِد.

٥. يتم تأمين طرف الأنبوب الواقي إلى وعاء اللحام ثم توضع الألياف المنفردة عن بعضها البعض على طاولة اللحام. وبنفس الطريقة تتم إزالة وتنظيف جميع الأنابيب الأخرى الموجودة في الكيبل.



الشكل (٦- ٣) إزالة الغلاف والقياسات المصاحبة

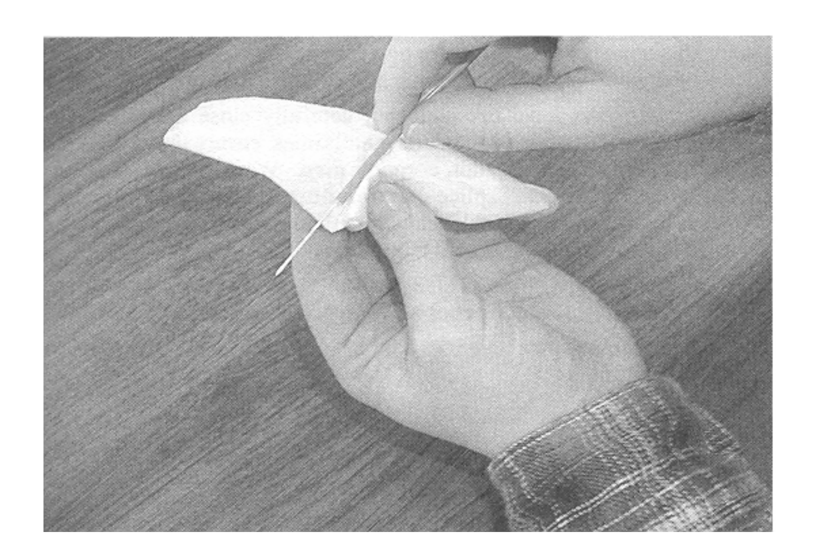


الشكل (٦- ٤) طريقة إزالة الطبقات التي تغلّف الليف

٦. تحديد الليف المراد إجراء عملية اللحام عليه، والبدء في إزالة الغلاف الأولي المحيط به (Coating) بطول 5 سنتمترات وذلك باستخدام الأداة المخصصة لذلك. في حالة كون الليف محمياً بطبقة غلاف أخرى (Buffer) تجب إزالتها وبطول (5) سنتمترات أيضاً.

٧. يتم بحذر شديد القيام بتنظيف الليف المعرّى (الشكل ٦- ٥)، وبعد التنظيف لا يجوز الإمساك بالليف المعرّى أو لمسه (يتم التنظيف بحركة أفقية وباتجاه واحد).

٨. التحضير لعملية صقل الليف باستخدام الأدوات اللازمة لذلك.



الشكل (٦- ٥) عملية تنظيف الليف

٩. باستخدام أدوات صقل الليف تتم معالجة طرف الليف للحصول على واجهة مستوية دون ميلان أو خدوش للتقليل من فقد الضوء.

١٠. بنفس الطريقة الموضحة أعلاه، يتم عمل الخطوات السابقة (تعرية، تنظيف، صقل) بقية الألياف الموجودة.

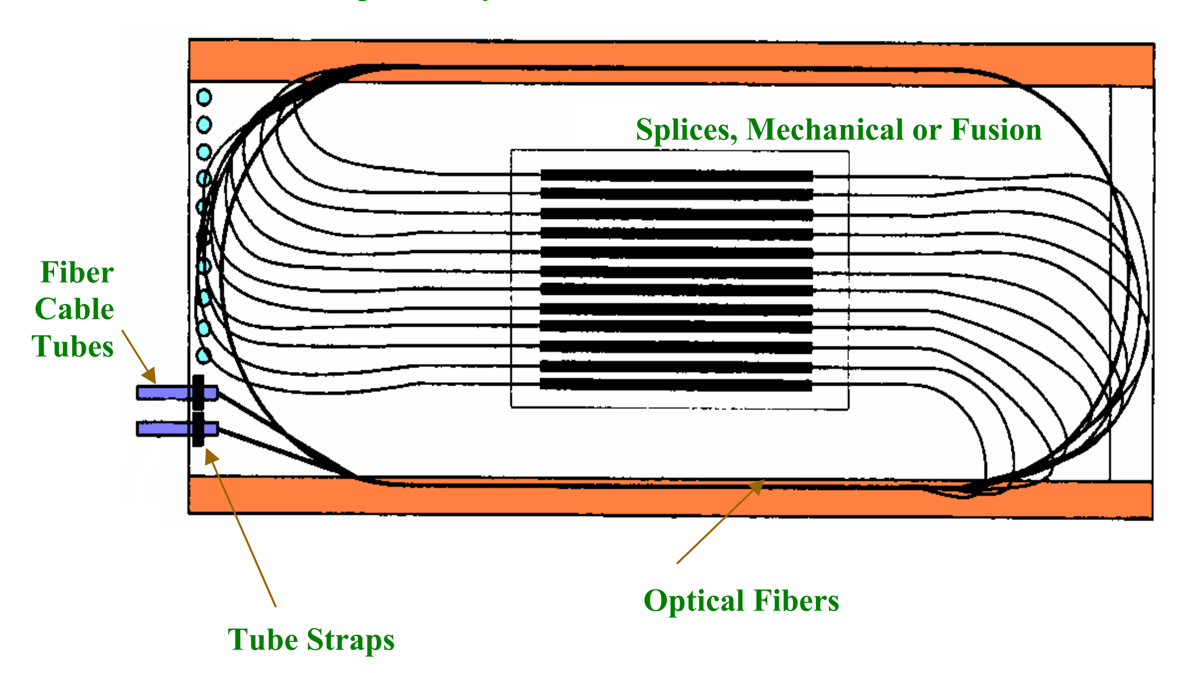
١١. (أ) في حالة اللحام الكهربائي، يجب وضع واقي اللحام على أحد الليفين ثم تستكمل عملية اللحام حيث يثبت الواقي فوق منطقة اللحام لحمايتها.

(ب) في حالة اللحام الميكانيكي، يتم وضع الليف في المكان المخصص له ويتم إكمال عملية اللحام حسب نوع وشكل قطعة اللحام الميكانيكي المستخدمة.

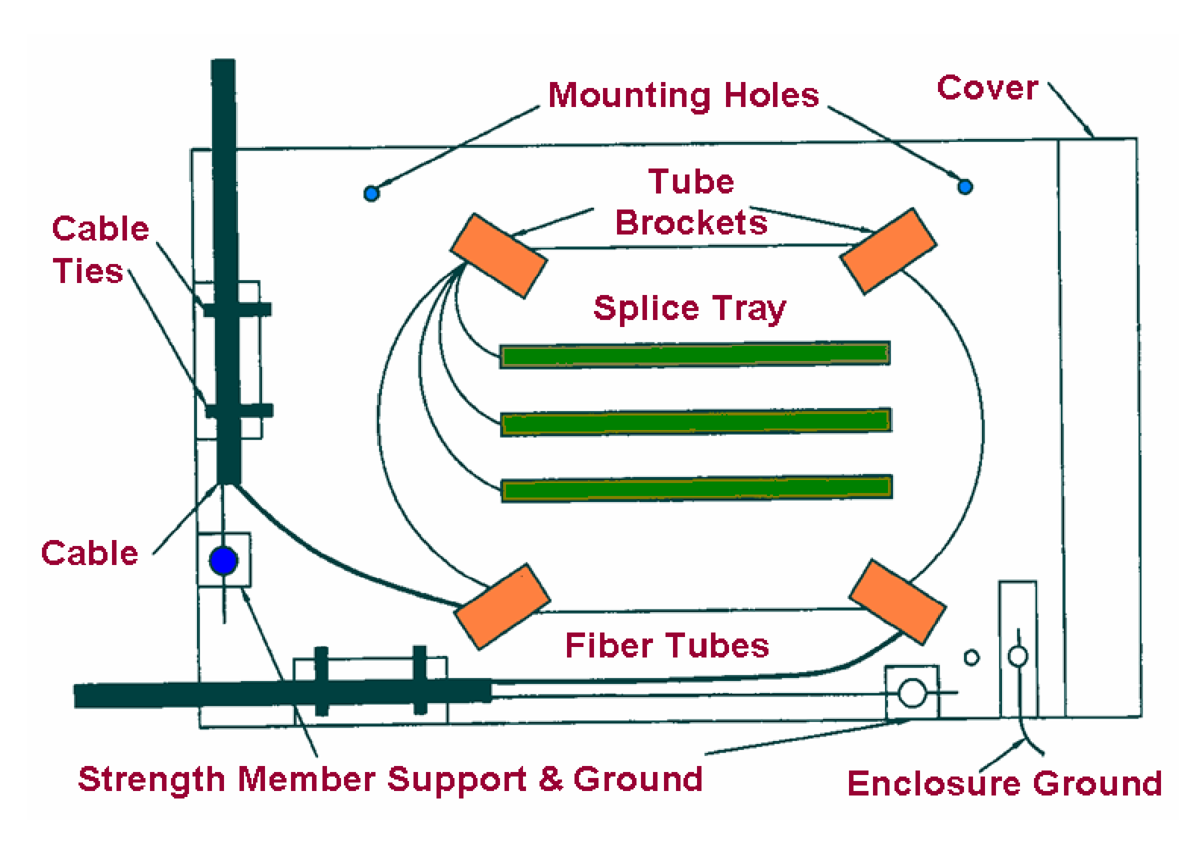
١٢. بعد إنهاء عملية اللحام، يتم وضع الليف الذي تم لحمه في الوعاء الخاص بذلك (Splice Tray) ولف الجزء الزائد من الليف بطريقة بيضاوية ومنتظمة (انظر الشكل ٦- ٦).

١٣. بعد هذه المرحلة يتم فحص الليف باستخدام جهاز قياس القدرة (Power Meter) أو بأستخدام جهاز إختبار الألياف البصرية (OTDR) وذلك للتأكد من سلامة إتمام عملية اللحام.

١٤. بعد إتمام عملية اللحام بنجاح لجميع الألياف يتم إغلاق الوعاء الخاص ووضعه في الخزانة المخصصة لذلك (Splice Enclosure) كما هو موضّح في الشكل (٦- ٧).



الشكل (٦- ٦) الوعاء الخاص لوضع الألياف بعد اللحام



الشكل (٦- ٧) خزانة اللحام مثبتة على الحائط

١٥. يجب إعادة فحص الليف باستخدام جهاز قياس القدرة (Power Meter) أو (OTDR) من الاتجاهين.

١٦. إغلاق وتثبيت خزانة اللحام بعد التأكد من إتمام لحام جميع الألياف وبنجاح.

٦- ٢- ٢ اللحام الكهربائي Fusion Splicing

يتم تنفيذ اللحام الكهربائي باستخدام جهاز اللحام الكهربائي (Fusion Splicer)، انظر الشكل (٦- ٨)، وذلك بوضع أطراف الليفين المراد لحامهما بعد تهيئتهما (End Preparation) بشكل متقابل ومتقارب في المكان المخصص لهما. يقوم الجهاز بعملية معايرة الليفين حيث يمكن متابعة ذلك على الشاشة للحصول على أفضل وضعية تقابل لهما مما يضمن جودة اللحام (بأقل فقد ممكن) بعد ذلك يقوم الجهاز بتوليد إشارة كهربائية عالية المجال ذات درجة حرارة عالية جداً تكفي لصهر زجاج الليفين من الطرفين وبذلك تتم عملية اللحام. وسيتم دراسته بالجزء العملي للمقرر.

تنبيه: من الممكن أن تتسبب الإشارة الكهربائية التي يولدها جهاز اللحام في حصول حريق في حالة وجود غازات أو أية مواد قابلة للاشتعال



الشكل (٦- ٨) جهاز اللحام الكهربائي

تتمتع أجهزة اللحام الحديثة بالكثير من المزايا والإمكانيات أهمها:

- لحام الألياف الأحادية والمتعددة النمط.
- التعامل مع الكيبلات الأحادية والمتعددة الألياف.
- إمكانية مشاهدة ومتابعة عملية اللحام على شاشة الجهاز.
- إمكانية حساب الفقد المصاحب لعملية اللحام.
- تخزين البيانات والمعطيات.
- إمكانية التوصيل مع أجهزة الكمبيوتر الشخصية.

تعتبر هذه الأجهزة مبرمجة حيث تحوي داخلها على معالج (Microprocessor).

٦- ٢- ٣ اللحام الميكانيكي Mechanical Splicing

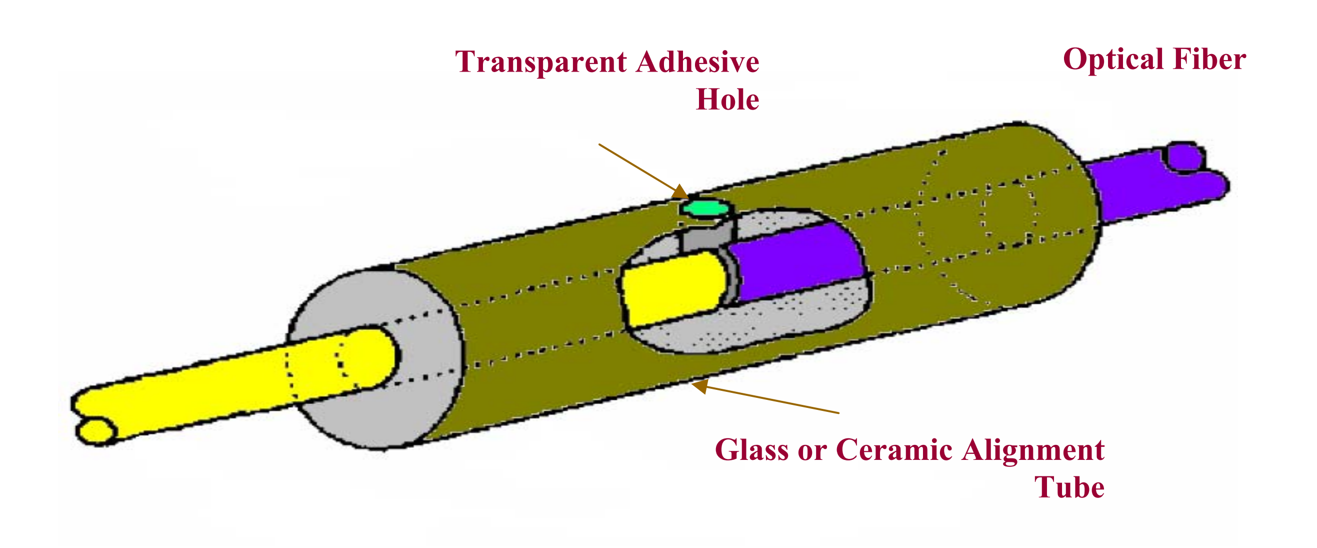
يستخدم اللحام الميكانيكي لربط وتوصيل ليفين بصريين وذلك بتثبيتهما بطريقة تعتمد على نوع وشكل القطع المخصصة لذلك، كما يمكن استخدام أنواع خاصة من اللاصق (Glue) للمساعدة في التثبيت. وسوف نتعرف وباختصار على بعض الأنواع المستخدمة فيما يلي:

أ- اللحام الشعري Capillary Splice

يعتبر هذا النوع من أبسط الأنواع حيث يتم إدخال الليفين بعد تعريتهما من طرفي أنبوب مفرغ من الداخل بقياس رفيع جداً (شعري) (انظر الشكل ٦- ٩) ويوضع اللاصق داخل الأنبوب للمساعدة في التثبيت.

ب- اللحام باستخدام الطوق المتحرك Rotary or Polished Ferrule Splice

بعد تعرية الليف البصري من طبقة الغلاف الأولي (Coating) يتم إدخال كل ليف بطوق (Ferrule) منفصل عن الآخر يتم يتم صقل وتلميع طرفي الليفين للحصول على واجهة أمامية مصقولة بشكل جيد مما يقلل الفقد عند توصيلهما. ثم يتم توصيل الطوقين مع بعضيهما البعض باستخدام أنبوب أو غلاف مخصص لذلك (انظر الشكل ٦- ١٠).



الشكل (٦- ٩) توصيل الليفين باستخدام اللحام الشعري

Jacket Holds Ferrule
Ferrule
Fiber
Polished Fiber Ends
Ferrule Rotated to Find Min. Loss
Jacket Holds Ferrules Mated Together

الشكل (٦- ١٠) اللحام باستخدام الطوق المتحرك

جـ- اللحام الأخدودي شكل -V   V- Groove Splice

يتكون هذا النوع من اللحام من جزأين: الأول من قطعة علوية من السيلكون أو البلاستيك المقوّى فيها مجارٍ مستقيمة توضع فيها الألياف من الطرفين بشكل منتظم والثاني وهو الجزء العلوي ويكون عادة من البلاستيك حيث يوضع فوق الطبقة السفلية ويضغط بشكل دقيق ومناسب لتثبيت الألياف مقابلة لبعضها البعض الشكل (٦- ١١). في بعض الحالات يمكن الاستعانة بمادة لاصقة للمساعدة في التثبيت. إن الميزة الرئيسة لهذا النوع من اللحام هي إمكانية استخدامه للحام مجموعة من الألياف بشكل جماعي.

وبشكل عام فإن الفقد المرافق لعملية اللحام الميكانيكي تتراوح من 0.1 dB إلى 1 dB وذلك اعتماداً على النوع والدقة في التنفيذ.

الشكل (٦- ١١) اللحام الأخدودي شكل -V

٦- ٣ تثبيت الوصلات Connector's Installation

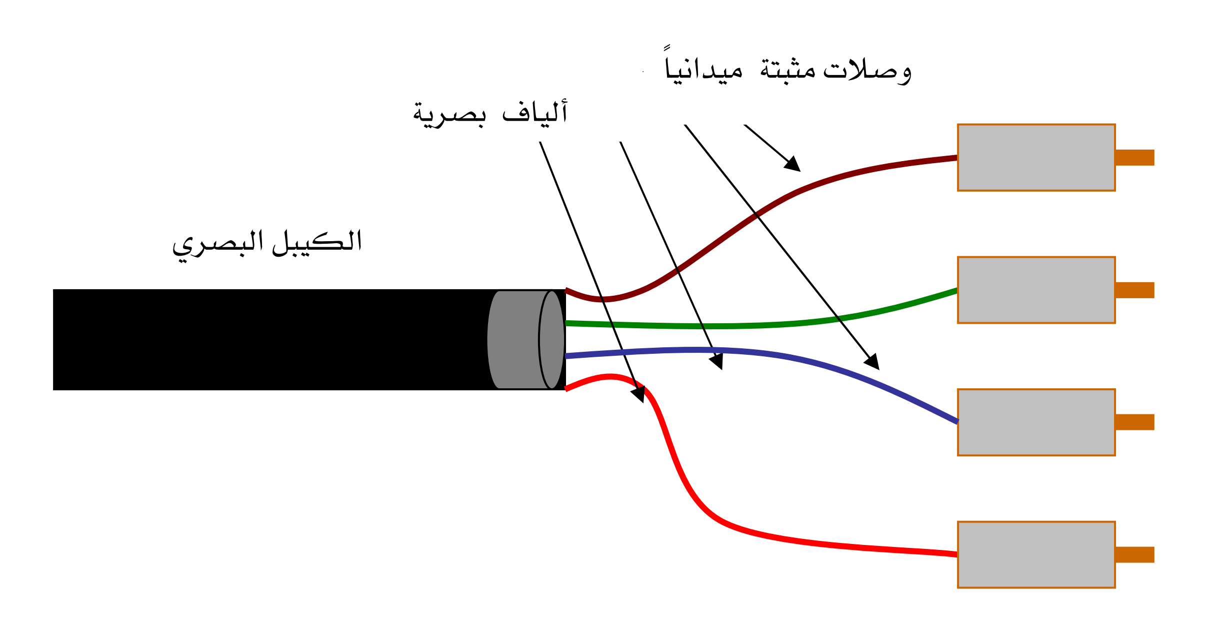
يمكن أن يتم تثبيت الوصلات على طرف ليف بصري مفرد أو تثبيتها على طرف كيبل الألياف البصرية وتبعا لذلك تختلف طرق التثبيت كالأتي:

٦- ٣- ١ تثبيت الوصلات على طرف الليف Optical Fiber Termination

هنالك طريقتان لتثبيت الوصلات على نهاية الليف (Fiber Termination):

أ- طريقة التوصيل الميداني Field-Installable Connector

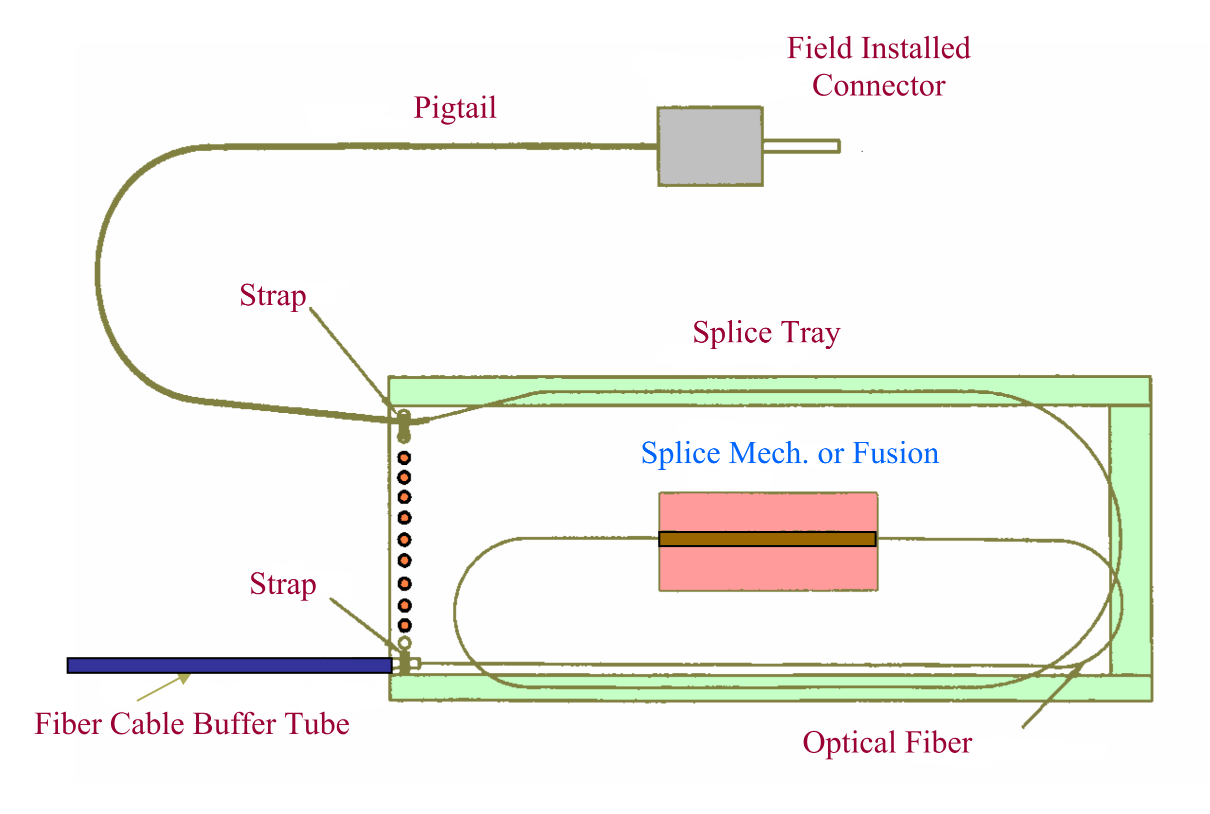
تتم عملية التثبيت بشكل يدوي حيث يجب تهيئة طرف الليف وتحضيره قبل التثبيت بنفس الطريقة المستخدمة في عملية اللحام. تستخدم في هذه الحالة أنواع معينة من الوصلات (انظر الشكل ٦- ١٢) حسب ما يتوافق مع النظام وأجهزة القياس المستخدمة. إن الميزة الرئيسة لهذه الطريقة هو عدم الحاجة إلى اللحام كما هو الحال في الطريقة الثانية، أما السلبية الرئيسة فهي الحاجة لوقت طويل للتنفيذ وعدم ملائمتها لليف أحادي النمط وذلك لصعوبة التنفيذ بسبب صغر قطر اللب.



الشكل (٦- ١٢) طريق التوصيل الميداني بدون لحام

ب ـ طريقة الوصلة المصنعية الجاهزة Pigtail Termination

حيث تكون الوصلة مجهزة مصنعياً على قطعة من الليف بطول يصل إلى المتر الواحد يتم بعد ذلك وصلها إلى الليف الرئيس عن طريق اللحام مما يضمن توصيل بفقد قليل وبوقت قليل. تعتبر هذه الطريقة الأنسب والأسرع في التنفيذ في حالة الليف أحادي النمط (انظر الشكل ٦- ١٣). لكن من سلبيات هذه الطريقة: التكلفة العالية، والحاجة للحام، والحاجة لوعاء وصندوق خاصين لوضع الألياف بعد إتمام عملية اللحام.



الشكل (٦- ١٣) طريقة الوصلة المصنعية الجاهزة

٦- ٣- ٢ تثبيت الوصلات على طرف الكيبل البصري Cable Termination

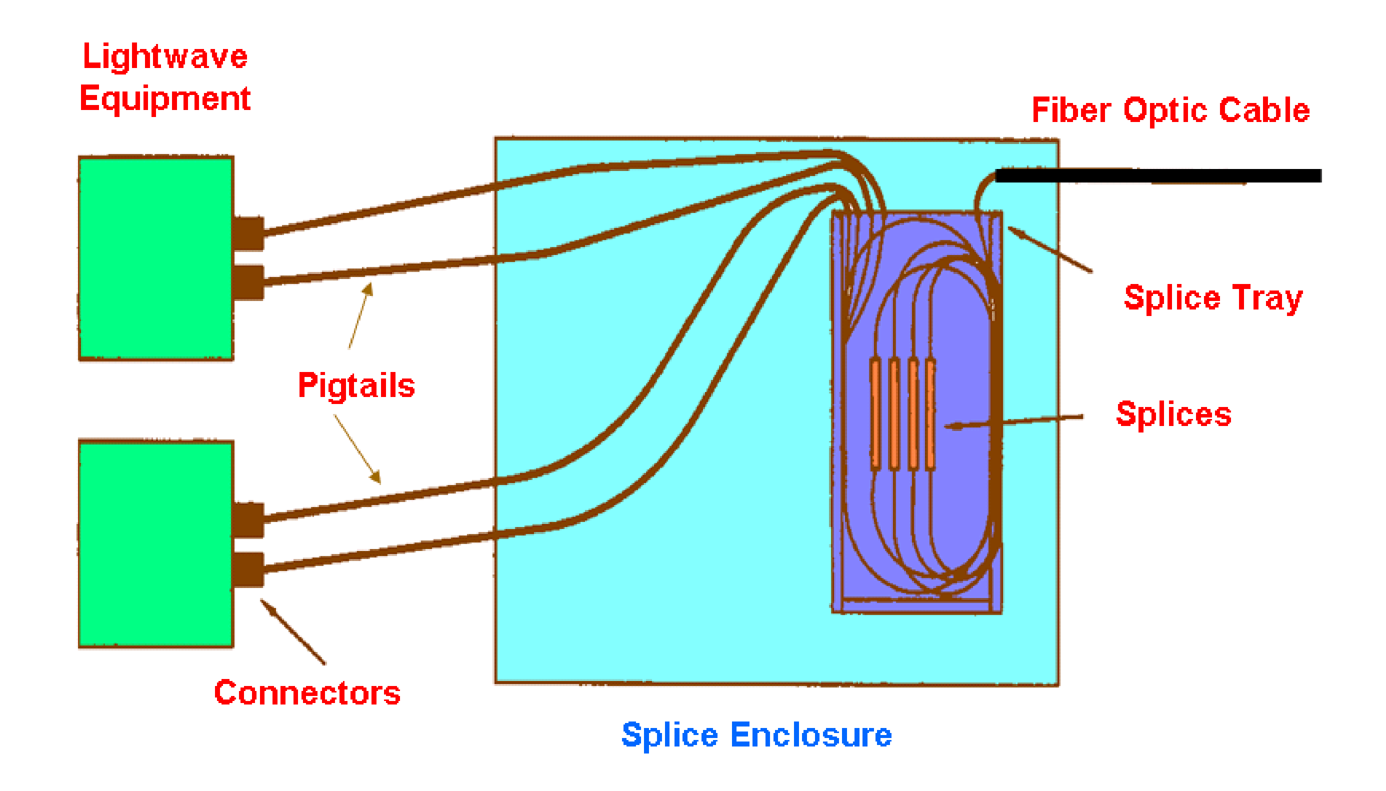
أما في حالة التعامل مع الكيبل البصري، فهنالك ثلاث طرق لتهيئة أطراف الألياف وتثبيت الوصلات عليها (Fiber Optic Cable Termination):

أ- طريقة التثبيت بدون صندوق اللحام Termination Without Enclosure

تعتبر هذه الطريقة الأرخص والأبسط في التنفيذ ، حيث يتم تثبيت الوصلة لكل ليف بصري داخل الكيبل (انظر الشكل "٦- ١٢" بالفقرة السابقة). تستخدم هذه الطريقة بشكل رئيس مع الكيبلات الداخلية ذات العدد القليل من الألياف (أقل من ٦).

ب- طريقة التثبيت في صندوق اللحام Termination in a Splice Enclosure

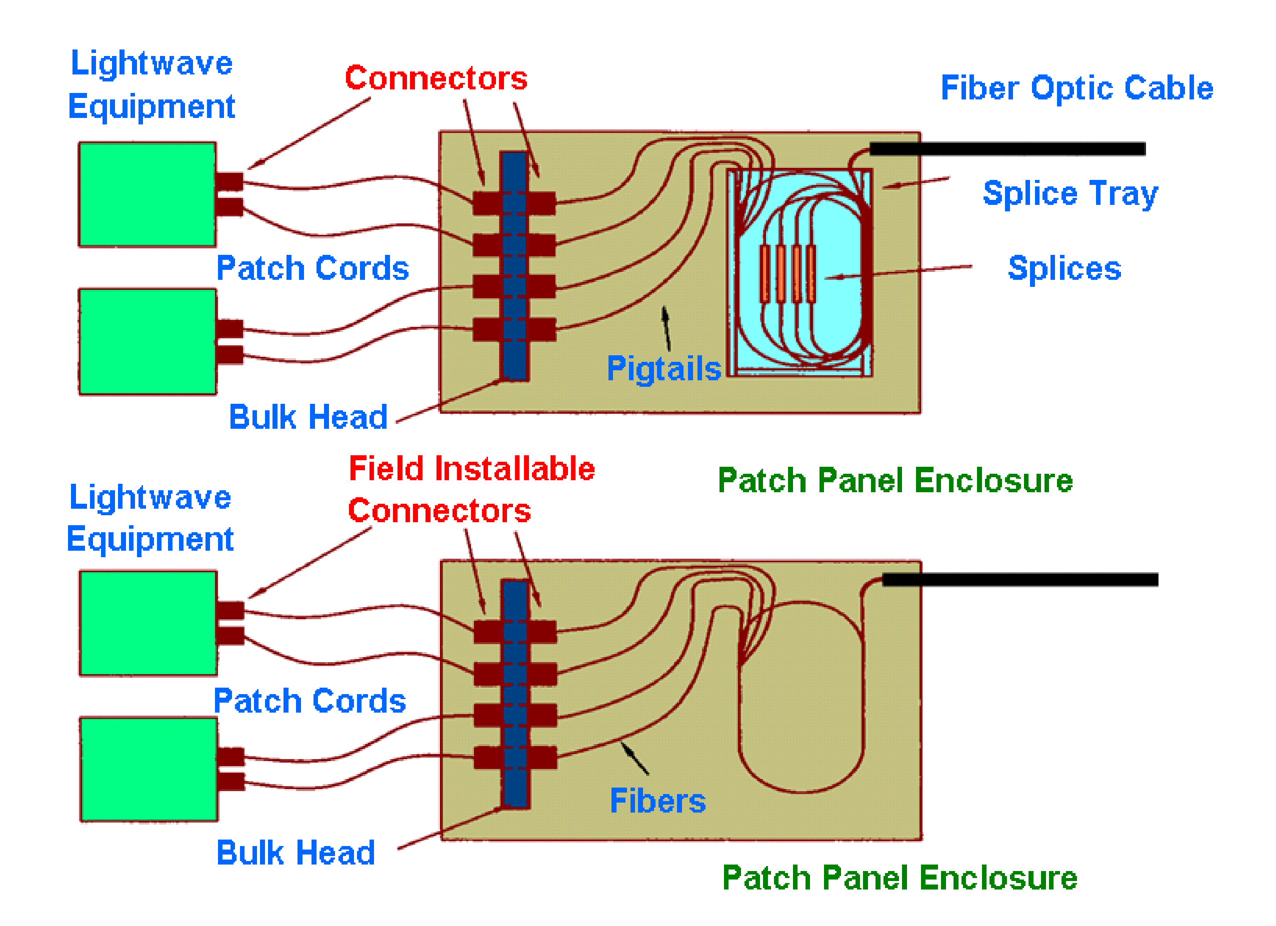
تستخدم هذه الطريقة في الكيبلات ذات الأنبوب الواقي أو الكيبلات ذات الغلاف الواقي الصلب حيث يلزم في هذه الحالة استخدام الوصلات المصنعية الجاهزة (انظر الشكل ٦- ١٤).



الشكل (٦- ١٤) طريقة التثبيت في صندوق اللحام

ج- طريقة التثبيت في لوحات التوزيع Patch Panel Termination

تعتبر هذه الطريقة الأكثر تنظيماً و انتشاراً ، حيث تسمح بسهولة وسرعة تحديد الليف المعني والربط معه. ويمكننا تثبيت الوصلات للألياف إما عن طريق الوصلة المصنعية أو طريقة التوصيل الميداني (انظر الشكل ٦- ١٥).



الشكل (٦- ١٥) طريقة التثبيت في لوحات التوزيع

تدريبات على الوحدة السادسة

تمرين ١: اذكر مراحل التركيبات المعتمدة في تصميم وبناء أنظمة الاتصالات البصرية؟

تمرين ٢: اذكر الميزات الإيجابية لتركيب الكيبل بطريقة الدفن وما الشروط الواجب توافرها في الكيبل؟

تمرين ٣: عدد النصائح والإرشادات التي يجب التقيد بها عند إجراء عملية تركيب الكيبل؟

تمرين ٤: عدد أهم الملحوظات السلبية والتي يجب تجنبها عند إجراء عملية تركيب الكيبل؟

تمرين ٥: اشرح خطوات تهيئة نهاية الليف قبل البدء بعملية اللحام؟

تمرين ٦: لديك كيبل بصري من النوع ذي الغلاف الواقي الضيق يحوي عشرة ألياف. اذكر خطوات القيام بلحامه مع كيبل آخر من نفس النوع؟

تمرين ٧: وضّح طريقة اللحام الأخدودي واذكر الميزة الإيجابية له؟

تمرين ٨: عدد الميزات والإمكانيات التي يقوم بها جهاز اللحام الكهربائي؟

تمرين ٩: اذكر السلبيات الأساسية لطريقة الوصلة المصنعية الجاهزة (Pigtail Termination)؟

تمرين ١٠: بالرجوع إلى الإنترنت قم بإعداد بحث عن أنواع اللحام الميكانيكي المستخدم؟

تمرين ١١: بالرجوع إلى الإنترنت قم بإعداد بحث عن المواصفات الفنية لجهاز اللحام الكهربائي؟

تمرين ١٢: لديك كيبل بصري بقطر (20 mm) يراد تمديده داخل أنبوب بلاستيكي مخصص لذلك، أوجد القطر المفترض لهذا الأنبوب؟